



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑩ **Offenlegungsschrift**
DE 40 02 030 A 1

⑤1 Int. Cl.⁵:
G 01 F 1/56
H 01 F 7/20
G 01 R 33/12

②1 Aktenzeichen: P 40 02 030.4
②2 Anmeldetag: 24. 1. 90
④3 Offenlegungstag: 25. 7. 91

DE 40 02 030 A 1

⑦1 Anmelder:
Ketelsen, Broder; Ketelsen, Andres, 3405 Rosdorf,
DE

⑦4 Vertreter:
Dorner, J., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., 8000 München;
Hufnagel, W., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 8500 Nürnberg

⑦2 Erfinder:
gleich Anmelder

⑤4 Induktiver Durchflußmesser

⑤7 Bei einem induktiven Durchflußmesser zur Bestimmung des Durchflusses elektrisch leitender Flüssigkeiten durch einen elektrisch isolierenden, an einander diametral gegenüberliegenden Stellen punktförmige Elektroden aufweisenden Strömungskanalabschnitt, welcher in diesem Bereich durch ein transversales Magnetfeld durchsetzt ist, wird ein Meßsignal verfälschender Einfluß der Strompfadkonzentration im elektrodennahen Bereich bei ungleichförmiger Strömungsverteilung über den Kanalquerschnitt hin dadurch vermindert, daß über Spalträume getrennte magnetische Rückschlußschenkel außerhalb des Strömungskanals vorgesehen werden, wobei sich die Spalträume mit Bezug auf einen Querschnitt in denjenigen Bereichen befinden, die am Strömungskanalumfang den punktförmigen Elektroden naheliegen, derart, daß die Spalträume überbrückende magnetische Feldlinien des magnetischen Rückschlusses auch den Strömungskanalinnenraum in den elektrodennahen Bereichen oder in stromauf und stromab mit diesen Bereichen fluchtenden Randbereichen durchsetzen.

DE 40 02 030 A 1

Die Erfindung betrifft induktive Durchflußmesser mit den Merkmalen des Oberbegriffes von Patentanspruch 1.

Durchflußmesser der hier betrachteten Art dienen zur Bestimmung des Durchflusses elektrisch leitender Flüssigkeiten durch Kanäle oder Rohre insbesondere kreisförmigen Querschnittes. In einem eine elektrisch isolierende Kanalwand oder Rohrwand aufweisenden Kanalabschnitt sind an einander gegenüberliegenden Stellen eines Kanalquerschnittes punktförmige Elektroden vorgesehen, welche zum Kanalinnenraum hin freiliegen und leitende Verbindung zu der leitenden Flüssigkeit aufnehmen. Senkrecht zur Verbindungslinie zwischen den Elektroden und senkrecht zu den Strömungslinien der den Kanal oder das Rohr durchfließenden leitenden Flüssigkeit verlaufen die Feldlinien eines magnetischen Feldes, welches durch eine Permanentmagnetanordnung oder insbesondere durch eine Spulenordnung erzeugt wird. Strompfade, die von der einen punktförmigen Elektrode zur anderen punktförmigen Elektrode verlaufen und auf dem die Elektroden enthaltenden Rohrabschnitt oder Kanalabschnitt den gesamten Rohrquerschnitt oder Kanalquerschnitt durchsetzen, können, wenn sich die leitende Flüssigkeit längs des Kanales oder Rohres bewegt, als im Magnetfeld bewegte Leiter verstanden werden, in denen aufgrund der Flüssigkeitsströmung Spannungen induziert werden, die von den punktförmigen Elektroden über durch die isolierende Kanalwand oder Rohrwand geführte Anschlüsse abgenommen werden und ein Maß für den Durchfluß der leitenden Flüssigkeit durch das Rohr oder den Kanal darstellen.

Zeichnet man in einem zylindrischen Rohrabschnitt oder Kanalabschnitt, welcher eine die Elektroden enthaltende Radialebene als Mittelebene hat, den Rohrquerschnitt in Radialrichtung und auch über eine bestimmte Strecke in Axialrichtung durchsetzende Strompfade ein, so erkennt man, daß eine Strompfadkonzentration im Bereich nahe der punktförmigen Elektroden vorhanden ist, welche, wenn sie mit einem entsprechenden transversalen Magnetfeld in Wechselwirkung kommt, starken Einfluß auf das von den Elektroden abnehmbare Signal hat, welche jedoch bezüglich ihres Einflusses auf die Stärke des Meßsignales ungenutzt bleibt, wenn im elektrodennahen Bereich kein wirksames magnetisches Feld erzeugt wird.

Man erkennt weiterhin, daß bei Ungleichförmigkeiten der Strömungsgeschwindigkeit über den Rohrquerschnitt oder Kanalquerschnitt hin je nach Lage eines Querschnittsbereiches beispielsweise erhöhter Strömungsgeschwindigkeit Meßwertverfälschungen auftreten können, etwa derart, daß ein erhöhter Durchfluß durch das verfälschte Meßsignal vorgetäuscht wird, wenn der Querschnittsbereich erhöhter Durchflußgeschwindigkeit den Elektroden naheliegt und in diesem Bereich auch ein starkes transversales Magnetfeld vorgesehen worden ist, während ein geringerer Durchfluß durch das verfälschte Meßsignal vorgetäuscht wird, wenn der Querschnittsbereich erhöhten Durchflusses von den Elektroden entfernt gelegen ist und dort verhältnismäßig geringere Feldstärken des transversalen magnetischen Feldes herrschen.

Zur Verringerung der Meßwertverfälschung durch ungleichförmige Strömungsverteilung hat man bereits versucht, eine Kompensation dadurch herbeizuführen, daß man, wie in der deutschen Offenlegungsschrift

26 22 943 angegeben, bei der Erzeugung des Magnetfeldes mittels stromdurchflossener Spulen zusätzliche Kompensationsspulen vorsah, die stromaufwärts und stromabwärts von der die Elektroden enthaltenden Querschnittsebene des Kanales oder Rohres zur Erzeugung induzierter Spannungen in den Strompfaden die Strömung durchsetzen, wobei die Orientierung dieser zur Kompensation dienenden Magnetfelder zu dem Hauptmagnetfeld entgegengesetzt gerichtet war.

Im Bereich der die Elektroden enthaltenden Radialebene wurden bei einer aus der deutschen Offenlegungsschrift 26 22 943 bekannten Anordnung weitere Magnetfelderzeugungseinrichtungen im elektrodennahen Bereich der Rohrwand vorgesehen, die zum Hauptmagnetfeld gleichgerichtete Hilfsmagnetfelder erzeugten, welche den elektrodennahen Bereich des Rohrquerschnittes durchsetzten.

Der aus der genannten Offenlegungsschrift bekannte Durchflußmesser sah an der Rohrwand oder Kanalwand längs eines bestimmten Längenstückes anliegende Spulenträger nach Art gedruckter Schaltungen vor, woraus sich ein komplizierter Aufbau ergab und für unterschiedliche Rohrbereiche die erforderliche Leiterkonfiguration nach einem komplizierten Verfahren errechnet werden mußte. Wegen der Beschränkung der erzielbaren Durchflutungen in den als Spulen wirkenden Leitergebilden war die bekannte Einrichtung auf einen engen Durchmesserbereich der Rohrquerschnitte beschränkt.

Durch die Erfindung soll die Aufgabe gelöst werden, einen induktiven Durchflußmesser mit den Merkmalen des Oberbegriffes von Patentanspruch 1 so auszugestalten, daß unter Vermeidung eines komplizierten Aufbaus der Magnetfelderzeugungseinrichtungen für die Erzeugung des transversalen Magnetfeldes eine verbesserte Unabhängigkeit des Meßergebnisses von der Verteilung der Strömungsgeschwindigkeit über den Querschnitt des zur Fortleitung des Flüssigkeitsstromes verwendeten Rohres oder Kanales erreicht wird.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale von Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand der am Anspruch 1 nachgeordneten Patentansprüche.

Erwähnenswerte Vorteile der vorliegend angegebenen Konstruktion sind der einfache Aufbau, die Robustheit sowie die Möglichkeit, die vorgeschlagene Konstruktion auf beliebige Querschnitte von Rohren oder Flüssigkeitskanälen abstimmen zu können.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert.

Es stellen dar:

Fig. 1 einen Schnitt durch einen induktiven Durchflußmesser in einer Radialebene zu der Längsachse des Strömungskanales oder Strömungsrohres im Bereich der Elektroden,

Fig. 1a eine schematische perspektivische Darstellung bestimmter axial aufeinanderfolgender zylindrischer Bereiche eines den vorliegend angegebenen Durchflußmesser enthaltenden Rohrabschnittes oder Kanalabschnittes,

Fig. 2 eine teilweise im Axiallängsschnitt gezeigte praktische Ausführungsform eines induktiven Strömungsmessers der vorliegenden Art,

Fig. 3 einen Querschnitt entsprechend der in Fig. 2 angedeuteten Schnittebene A—A,

Fig. 4 einen Querschnitt entsprechend der in Fig. 2 angedeuteten Schnittebene B—B,

Fig. 5 eine teilweise im Axiallängsschnitt gezeichnete Seitenansicht einer weiteren Ausführungsform des vorliegend angegebenen induktiven Durchflußmessers,

Fig. 6 eine Querschnittsdarstellung entsprechend der in Fig. 5 angedeuteten Schnittebene A—A,

Fig. 7 eine Querschnittsdarstellung der Einrichtung nach Fig. 5 entsprechend der in dieser Zeichnungsfigur angedeuteten Schnittebenenorientierung B—B,

Fig. 8 eine schematische Seitenansicht einer wiederum anderen Ausführungsform des vorliegenden induktiven Durchflußmessers,

Fig. 9 eine schematische Querschnittsdarstellung entsprechend der in Fig. 8 angedeuteten Schnittebene A—A und

Fig. 10 eine schematische Schnittdarstellung entsprechend der in Fig. 8 angedeuteten Schnittebene B—B.

Aus Fig. 1 ist erkennbar, daß der Strömungskanal, der die bezüglich des Durchflusses zu untersuchende Strömung einer elektrisch leitfähigen Flüssigkeit enthält, mit 1 bezeichnet ist und von einem Isolierrohr gebildet ist. In die Wandung des Isolierrohres 1 sind an einander über den Querschnitt des Strömungskanals diametral gegenüberliegenden Stellen Elektroden 2 und 3 eingelassen, von denen über Anschlüsse elektrische Meßsignale abnehmbar sind. Senkrecht zu der Verbindungslinie zwischen den Elektroden 2 und 3 und auch senkrecht zu den Strömungslinien einer elektrisch leitfähigen Flüssigkeit innerhalb des Kanalrohres 1 sind die magnetischen Feldlinien 4 eines Magnetfeldes orientiert, das zwischen den Magnetpolen 5 und 6 verläuft, die von erregenden, stromdurchflossenen Spulen 7 und 8 umschlungen sind. Bei Bewegung der sich zwischen den Elektroden 2 und 3 aufspannenden Strompfade in dem von den Magnetpolen 5 und 6 innerhalb des Strömungskanalquerschnittes aufgebauten magnetischen Feld tritt eine zu der Durchflußmenge in Beziehung stehende, resultierende elektrische Spannung zwischen den Elektroden 2 und 3 auf, welche durch das Meßgerät 9 gemessen wird, wobei das Meßsignal entsprechend der Anzeige des Meßgerätes 9 ein Maß für den Durchfluß durch den Innenraum des Strömungskanals oder des Kanalrohres 1 darstellt.

Fig. 1a zeigt zur Erleichterung des qualitativen Verständnisses der physikalischen Vorgänge drei in Axialrichtung hintereinanderfolgende zylindrische Abschnitte des den induktiven Durchflußmesser enthaltenden Rohres oder Kanals mit einem mittleren Bereich b, welcher eine die Elektroden 2 und 3 enthaltende Radialebene als Mittelebene aufweist und einen stromaufwärts gelegenen Kanalabschnitt c sowie einem stromabwärts gelegenen Kanalabschnitt d.

Würden die von dem Magnetpol 5 ausgehenden und auf den Magnetpol 6 treffenden magnetischen Feldlinien 4 nur einen eng begrenzten Bereich des Kanalquerschnittes um eine Durchmesserlinie herum senkrecht zur Verbindungslinie zwischen den Elektroden 2 und 3 durchsetzen, wie in Fig. 1a schematisch angedeutet ist, so erführe die Strömung im Rohr oder Kanal nahe dessen Achse A eine bevorzugte Berücksichtigung im Meßsignal, während die Strömung in den Bereichen nahe der Rohrwandung oder Kanalwandung vergleichsweise wenig zur Größe des Meßsignales zwischen den Elektroden 2 und 3 beitrüge, da sich das Magnetfeld 4 nicht in die Bereiche großer Strompfadkonzentration nahe den Elektroden 2 und 3 hinein erstreckt und andererseits im Bereich nahe den Magnetpolen 5 und 6 an der Rohrwandung nur mehr eine geringe Konzentration der Strompfade festzustellen ist, welche von den magne-

tischen Feldlinien 4 gekreuzt werden. Eine stärkere Berücksichtigung der Strömung im wandnahen Bereich innerhalb des Rohres oder Kanals im Meßsignal erreicht man zwar durch zu dem Magnetfeld 4 gleichgerichtete Hilfsfelder zwischen den in Fig. 1a angegebenen Hilfspolen e und f einerseits und g und h andererseits, doch genügt diese Maßnahme allein nicht zur ausreichenden Vermeidung von Meßwertverfälschungen, wenn das Strömungsprofil über den Rohrquerschnitt hin nicht rotationssymmetrisch ist, und außerdem zeigt sich, daß auch bei einer Anordnung, die nur die Magnetpole 5 und 6 sowie die Hilfspole e und f sowie g und h enthält, der Beitrag des achsennahen Querschnittsbereiches zum nun resultierenden, von den Elektroden 2 und 3 abnehmbaren Meßsignale wenig verändert, der Beitrag des randnahen Querschnittsbereiches zu diesem resultierenden Meßsignal aber wesentlich erhöht wird. Somit tritt auch bei rotationssymmetrischem Strömungsprofil ein Meßfehler auf, der von der Strömungsgeschwindigkeit abhängig ist.

Diese Schwierigkeit wird nun dadurch behoben, daß im stromaufwärts gelegenen Kanalabschnitt c und im stromabwärts gelegenen Kanalabschnitt d weitere, zum Hauptmagnetfeld 4 entgegengesetzt gerichtete Magnetfelder den Rohrquerschnitt oder Kanalquerschnitt durchsetzen, wobei diese Magnetfelder zwischen Polpaaren i, k, angeregt werden. Zur Vereinfachung der Darstellung ist nur ein solches Hilfspolpaar i und k im stromabwärts gelegenen Kanalabschnitt d schematisch angedeutet. Die zwischen den Polpaaren i und k stromaufwärts und stromabwärts vom mittleren Kanalabschnitt b erzeugten Magnetfelder durchsetzen den jeweiligen Rohrabschnitt oder Kanalabschnitt in solcher Weise, daß in dem zwischen den Elektroden 2 und 3 erzeugten Meßsignal die näher an der Rohrachse verlaufende Strömung etwas geringere Berücksichtigung erfährt, als wenn das Magnetfeld 4 zwischen den Magnetpolen 5 und 6 ohne die Hilfsfelder e bis h alleine vorhanden wäre, wobei die Hilfsfelder zwischen den Magnetpolen i und k gleichzeitig die nachteilige Wirkung aus der Felderhöhung durch die Hilfsfelder e bis h im Bereich der den Elektroden naheliegenden Strömungswegen korrigieren.

Zur Vermeidung von Mißverständnissen sei noch darauf hingewiesen, daß selbstverständlich die Rohrabschnitte oder Kanalabschnitte b, c und d praktisch unmitttelbar aneinandergrenzen und die sich zwischen den Elektroden 2 und 3 aufspannenden Strompfade selbstverständlich auch die Kanalabschnitte c und d durchsetzen, da man sich das aus den Strompfaden zwischen den Elektroden 2 und 3 erzeugte Gebilde nicht flächig sondern räumlich und stromaufwärts sowie stromabwärts ausgedehnt vorzustellen hat.

Fig. 2 zeigt ein praktisches Ausführungsbeispiel einen induktiven Durchflußmessers mit einem Strömungskanal oder Strömungsrohr in Gestalt eines im Querschnitt kreisförmigen Kunststoffrohres, welches wiederum mit 1 bezeichnet ist. An einander diametral gegenüberliegenden Stellen des Kunststoffrohres 1 ist dessen Wandung von Anschlußteilen durchdrungen, welche in Elektroden 2 bzw. 3 enden, die zu dem die elektrisch leitende Flüssigkeit führenden Kanal hin freiliegen und elektrischen Kontakt zu der durchgeleiteten, elektrisch leitfähigen Flüssigkeit aufnehmen können. Die in entsprechender Weise wie in Fig. 1 mit 7 und 8 bezeichneten Magnetspulen haben solche Gestalt, daß sie das Kunststoffrohr 1 über einen Winkel von mindestens jeweils 120° umschlingen, wie man aus Fig. 3 erkennt. Den Pol-

schuhen von 5 und 6 von Fig. 1 entsprechende Teile sind in Fig. 2 nicht eingezeichnet, doch können solche Pol-schuhe vorgesehen und entsprechend den allgemein be-kannten Konstruktionsprinzipien zur Verminderung des Widerstandes des magnetischen Schließungskreises ausgebildet sein, so daß ein intensives Magnetfeld den Strömungskanal oder das Strömungsrohr in einer Rich-tung senkrecht zu dessen Längsachse sowie senkrecht zur Verbindungslinie zwischen den Elektroden 2 und 3 durchsetzt. Die Erregerspulen 7 und 8 sind selbstver-ständlich in solcher Weise zusammengeschaltet oder mit Strom entsprechender Richtung beaufschlagt, daß sich an den einander gegenüberliegenden Stellen des Strömungskanales oder Strömungsrohres 1 ungleich-namige Magnetpole ausbilden (siehe Fig. 1).

Der große Umschlingungswinkel von mindestens 120° bewirkt das, was bei der Erläuterung der Darstel-lung von Fig. 1a durch die Hinzunahme der Hilfspole e und f sowie g und h ausgeführt wurde. Auf diese Ausführ-ungen sei hier ausdrücklich hingewiesen. Eine Durch-flußmesser der vorliegend angegebenen Art erreicht al-so durch den großen Umschlingungswinkel der Spulen 7 und 8 bzw. zugehöriger Polschuhe mit einer einzigen Maßnahme, daß bezüglich des wirksamen Magnetfeldes die in Fig. 1a bezüglich des Kanalabschnittes b beschrie-benen Verhältnisse herrschen. Soweit es die stromauf und stromab gelegenen Kanalabschnitte c und d betrifft, werden die dort wünschenswerten Magnetfelder durch die nachfolgend beschriebenen Maßnahmen in einfacher Weise verwirklicht.

Stromaufwärts und stromabwärts von der die Elek-troden 2 und 3 enthaltenden Radialebene mit Bezug auf die Längsachse des Strömungskanales oder Rohres 1 befinden sich Rückfluß-Blechkpakete 10 und 11, deren Querschnittsgestalt mit Bezug auf einen Radialschnitt aus Fig. 4 der Zeichnung erkennbar ist.

Die den magnetischen Rückschluß erzeugenden Blechkpakete 10 und 11 umschließen den Strömungskanal oder das Strömungsrohr 1 nicht etwa ringförmig (sol-ches ist aus der deutschen Auslegeschrift 20 40 682 für andere Zwecke an sich bekannt), sondern sind, wie der Fachmann ohne weiteres aus Fig. 4 entnimmt, im Be-reich eines Spaltes geteilt, so daß ein achsparallel verlau-fender Spaltraum 12 vorhanden ist, der bewirkt, daß die magnetischen Feldlinien, die von den Teilen der Blech-pakete 10 und 11 der einen Polarität auf diejenigen der anderen Polarität übergehen, innerhalb des Strömungs-kanales oder Strömungsrohres 1 Bereiche durchsetzen, welche in Strömungsrichtung stromauf und stromab von den elektrodennahen Bereichen liegen, wobei die Richtung der Feldlinien in diesen stromauf auf stromab gelegenen Bereichen zu dem von den Spulen 7 und 8 aufgebauten Magnetfeld entgegengesetzt ist. Hierdurch ergibt sich die angestrebte erhöhte Unabhängigkeit des Meßergebnisses von der Art des Strömungsprofils im Querschnitt des Strömungskanales oder des Strömungs-rohres.

Fig. 5 zeigt einen teilweisen Axialschnitt durch eine andere Ausführungsform des induktiven Durchflußmes-sers vorliegender Art. Bei dieser Ausführungsform um-schlingen die stromdurchflossene Spulen 7 und 8 mit Bezug auf die Darstellung in einem Radialschnitt in der aus den Fig. 6 und 7 erkennbaren Weise einander dia-metral gegenüberliegend den Strömungskanal oder das Strömungsrohr über einen Winkel von mindestens 120° und sind jeweils um Blechkpakete gelegt, welche den Polschuhen 5 und 6 nach Fig. 1 entsprechen und demge-mäß auch in Fig. 5 paarweise entsprechend bezeichnet

sind. Die Teilung der Blechkpaketanordnung in Axial-richtung erfolgt bei der Anordnung nach Fig. 5, um die dem Hauptmagnetfeld entgegengerichteten Hilfsfelder zwischen den Polen i und k von dem elektrodennahen Bereich fernzuhalten und auf die stromauf von stromab sich an das Mittelteil b (siehe Fig. 1a) anschließenden Abschnitte c und d des Strömungsweges zu begrenzen. Ferner wird, gleichsam als Begleiterscheinung, eine ver-besserte Zugänglichkeit der Elektroden erzielt, und au-ßerdem erhält man die Wirkung, daß in demjenigen Ka-nalabschnitt, welcher die die Elektroden 2 und 3 enthal-tende Radialebene als Mittelebene, aufweist, eine Ver-gleichmäßigung des transversalen magnetischen Fel-des eintritt, so daß in diesem scheibenförmigen Kanalab-schnitt oder Rohrabschnitt bei der Anordnung nach Fig. 5 durch die Beabstandung der die Polschuhe 5 und 6 bildenden Blechkpakete ähnliche magnetische Ver-hältnisse erzielt werden, wie sie in dem Kanalabschnitt b nach Fig. 1a angenommen wurden.

Aus Fig. 7 ist erkennbar, daß die Polschuhe 5 und 6 entsprechend dem Umschlingungswinkel der Spulen 7 und 8 ebenfalls einen mindestens 120° messenden Um-schlingungswinkel am Umfang des Strömungskanales oder Strömungsrohres haben. An die Polschuhe 5 und 6 der Blechkpakete sind jeweils Rückleitungsjoche und zugehörige Polschuhe gemäß der Darstellung von Fig. 7 angesetzt. Dem Polschuh 5 sind also die beiden Rück-schluß-Polschuhe 13 und 14 zugeordnet, und dem Pol-schuh 6 sind die beiden Rückschluß-Polschuhe 15 und 16 zugeordnet. Die Rückschluß-Polschuhe 13 und 15 und die Rückschluß-Polschuhe 14 und 16 stehen sich über den Spalt 12 am Außenumfang des Strömungskanales oder Strömungsrohres gegenüber. Die magnetischen Feldlinien der Rückschluß-Polschuhe 13 und 15 und der Rückschluß-Polschuhe 14 und 16 durchsetzen den Quer-schnitt des Strömungskanales oder Strömungsrohres in einer Richtung entgegengesetzt zu dem sich zwischen den Polschuhen 5 und 6 erstreckenden magnetischen Hauptfeld. Die Wirkung dieses entgegengesetzt zum Hauptfeld orientierten Rückschluß-Magnetfeldes ent-spricht demjenigen, was bei der Erläuterung von Fig. 1a im Zusammenhang mit der Hinzunahme der Hilfsma-gnetfelder in den Kanalabschnitten c und d ausgeführt wurde. Auf diese Ausführungen sei hier nochmals aus-drücklich hingewiesen.

Fig. 8 läßt in Verbindung mit den Fig. 9 und 10 erken-nen, daß die Einleitung des magnetischen Hauptfeldes in den Innenraum des Kanalrohres unter Umschlingung desselben durch die Stromspulen 7 und 8 bei Formung dieser Stromspulen derart, daß sie in einer Ebene liegen, auch dadurch erreicht werden kann, daß die einander zugekehrten, zylindrisch gekrümmten Polschuhflächen der Polschuhe 5 und 6 einen entsprechenden Umschlin-gungswinkel von beispielsweise 120° oder darüber ver-wirklichen.

An die zur Erzeugung des Hauptfeldes dienenden, die Polschuhe 5 und 6 darstellenden Blechkpakete in der Querschnittsgestaltung nach Fig. 9 schließen sich stromaufwärts und stromabwärts in Axialrichtung Rückschluß-Blechkpakete 10 bzw. 11 an, deren Quer-schnittsgestalt aus Fig. 10 erkennbar ist.

Die Rückschluß-Blechkpakete 10 und 11 der Ausführ-ungsform nach den Fig. 8 bis 10 besitzen ähnliche Ge-stalt wie die die Polschuhe 5 und 6 ausbildenden Blech-pakete der Ausführungsform nach den Fig. 5 bis 7 und enthalten Nuten zur Einlegung der achsparallel verlau-fenden Abschnitte der Stromspulen 7 und 8, wobei je-doch diese Nuten solche Tiefe haben, daß die achspara-

lenen Spulenseiten von sie aufnehmenden Nieschen des mittleren Blechpaketes der Querschnittsgestalt nach Fig. 9 geradlinig in die Nuten der Blechpakete 10 und 11 eintreten können. An den Blechpaketen 10 und 11 umschlingen die Spulen 7 und 8 einen mittleren Polschuhbereich, dessen Polschuhfläche jeweils zum Außenumfang des Kanalrohres 1 reicht und zylinderflächenförmig ist, doch ist dieser mittlere Polschuhbereich in Umfangsrichtung kleiner als bei den die Polschuhe 5 und 6 ausbildenden mittleren Blechpaketen deren Polschuhflächen, wie in Fig. 9 gezeigt und bereits gesagt, mindestens 120° in Umfangsrichtung des Kanalrohres 1 im Bereich der die Elektroden 2 und 3 enthaltenden Radialebene einnehmen.

Seitliche Rückschluß-Schenkel der Blechpakete 10 und 11 sind in Analogie zu der Bezeichnung der entsprechenden Teile der Ausführungsform nach den Fig. 5 bis 7 mit 13 bis 16 bezeichnet und stehen sich jeweils über achsparallel verlaufende Spalräume 12 gegenüber, so daß stromauf und stromab von den Elektroden 2 und 3 zwischen den Schenkeln 13 und 15 sowie 14 und 16 verlaufende magnetische Feldlinien den Innenraum des Kanalrohres 1 durchsetzen, wobei das Feld hier entgegengesetzt zu dem zwischen den Polschuhen 5 und 6 errichteten Magnetfeld orientiert ist.

Patentansprüche

1. Induktiver Durchflußmesser zur Bestimmung des Durchflusses elektrisch leitfähiger Flüssigkeiten durch einen elektrisch isolierende Wand aufweisenden, insbesondere im Querschnitt kreisförmigen Kanalabschnitt (1), der an einander diametral gegenüberliegenden Stellen seiner Innenwand mit zu Anschlüssen außerhalb des Strömungskanales verbundene punktförmige Elektroden (2, 3) aufweist, mit einem Magnetfelderzeugungssystem, mittels welchem ein den Strömungskanal (1) in der die punktförmigen Elektroden (2, 3) enthaltenden Querschnittsebene durchsetzendes Magnetfeld erzeugbar ist, dessen Feldlinien (4) im wesentlichen senkrecht zur Verbindungslinie zwischen den Elektroden und zu den Strömungslinien der Strömung der zu untersuchenden leitenden Flüssigkeit orientiert sind, sowie schließlich mit magnetischen Rückschlußeinrichtungen (10, 11, 13 bis 16) zur Verminderung des magnetischen Widerstandes des magnetischen Schließungskreises, dadurch gekennzeichnet, daß die magnetischen Rückschlußeinrichtungen eine Luftspaltanordnung (12) enthalten, die sich mit Bezug auf den Umfang des Strömungskanales an denjenigen Stellen befindet, die den punktförmigen Elektroden (2, 3) benachbart und mit Bezug auf die Axialrichtung stromauf und stromab der elektrodennahen Bereiche gelegen sind, derart, daß die die Spalräume der Spaltanordnung überbrückenden magnetischen Feldlinien des magnetischen Rückschlusses den Kanalinnenraum durchsetzen.

2. Durchflußmesser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung der den Innenraum des Strömungskanales (1) durchsetzenden Magnetfelder stromdurchflossene Spulen (7, 8) dienen.

3. Durchflußmesser nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die stromdurchflossenen Spulen in einer Richtung senkrecht zur Verbindungslinie zwischen den punktförmigen Elektroden (2, 3) und senkrecht zur Mittellängsachse des Strömungskana-

nals (1) einander auf der Außenseite des Strömungskanales diametral gegenüberliegend angeordnet sind.

4. Durchflußmesser nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die stromdurchflossenen Spulen (8) jeweils Polschuhe (5, 6) umschlingen, deren Polschuhflächen im wesentlichen an der Außenfläche des Strömungskanales (1) anliegen.

5. Durchflußmesser nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die stromdurchflossenen Spulen (7, 8) bzw. die von ihnen umschlungenen Polschuhe (5, 6) mit ihren Polschuhflächen bezogen auf einen die punktförmigen Elektroden (2, 3) enthaltenden kreisförmigen Querschnitt des Strömungskanales (1) jeweils bei symmetrischer Anordnung zu der zur Verbindungslinie zwischen den Elektroden senkrechten Durchmesserlinie einen Umfangsbereich von mindestens 120° einnehmen.

6. Durchflußmesser nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückschlußeinrichtungen von stromauf und stromab der die punktförmigen Elektroden (2, 3) enthaltenden Querschnittsebene des Strömungskanales (1) gelegenen Rückschluß-Blechpaketen (10, 11) gebildet sind, die mit einer dem Querschnitt des Strömungskanales angepaßten Durchtrittsöffnung versehen und in einer Richtung parallel zur Längsachse des Strömungskanales längs der Spalräume (12) der Spaltanordnung geteilt ausgebildet sind.

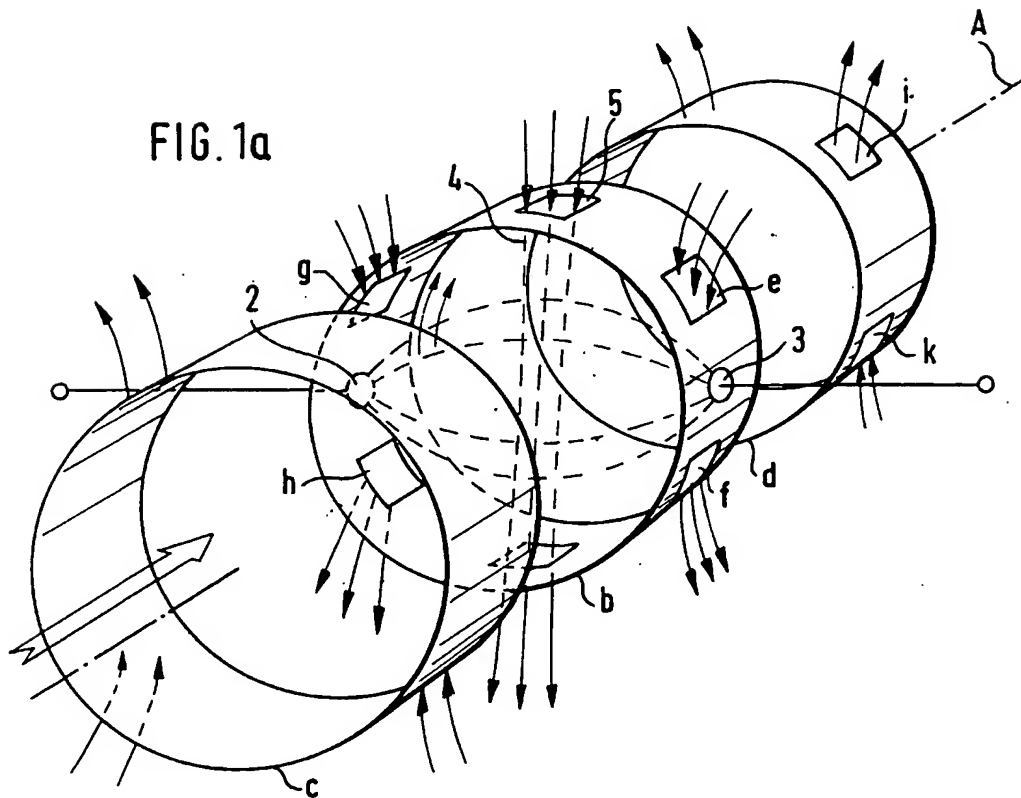
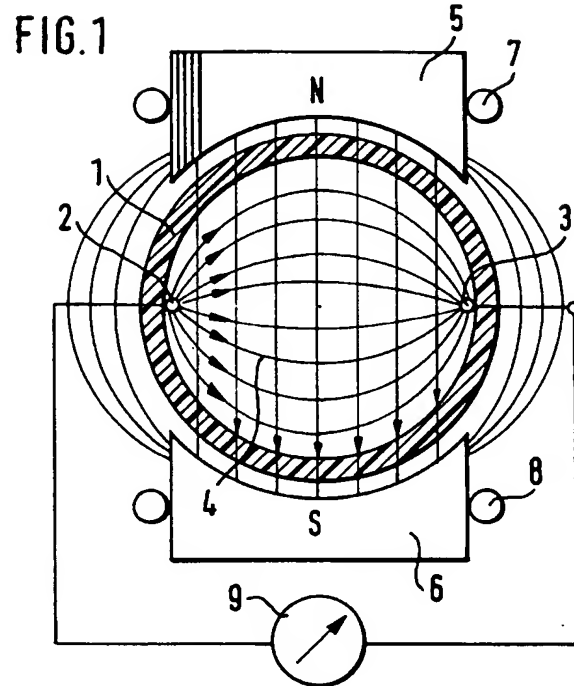
7. Durchflußmesser nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Polschuhe (5, 6) in einer die punktförmigen Elektroden (2, 3) enthaltenden Querschnittsebene geteilt und die Polschuhteile in Axialrichtung symmetrisch mit Bezug auf die genannten Querschnittsebene beabstandet sind und daß die Rückschlußeinrichtungen von an die Polschuhteile angesetzten Rückschlußschenkeln (13 bis 16) gebildet sind, welche in einer Richtung parallel zur Längsachse des Strömungskanales (1) über die Spalräume (12) der Spaltanordnung einander paarweise gegenüberstehen.

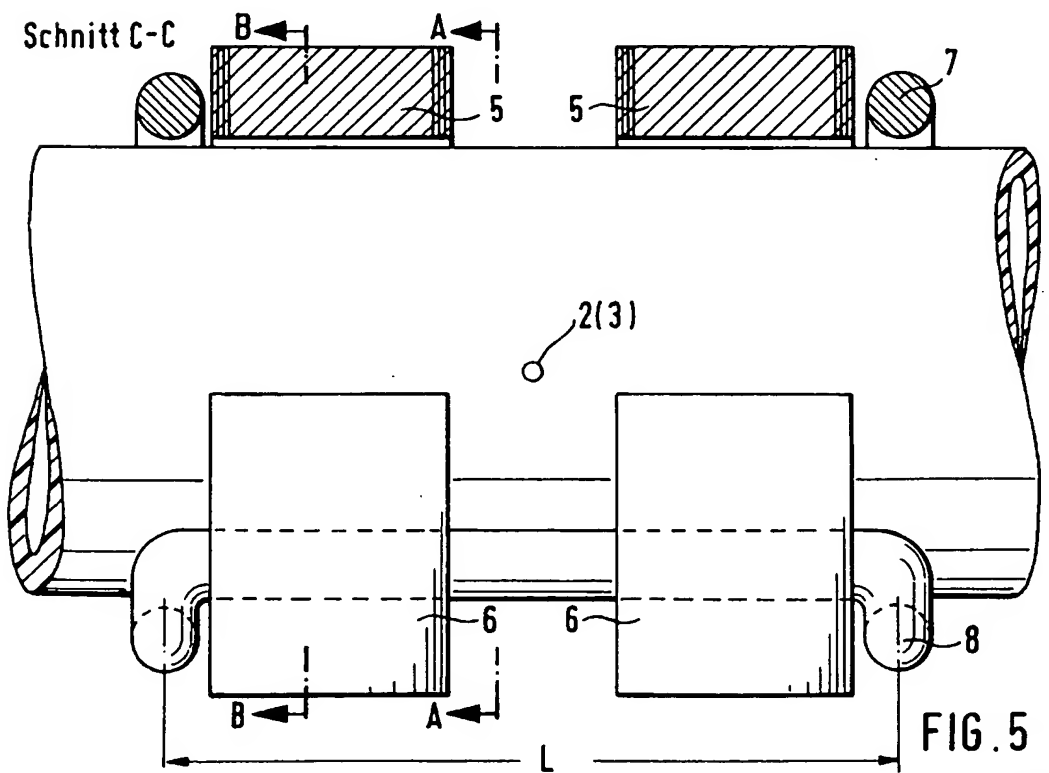
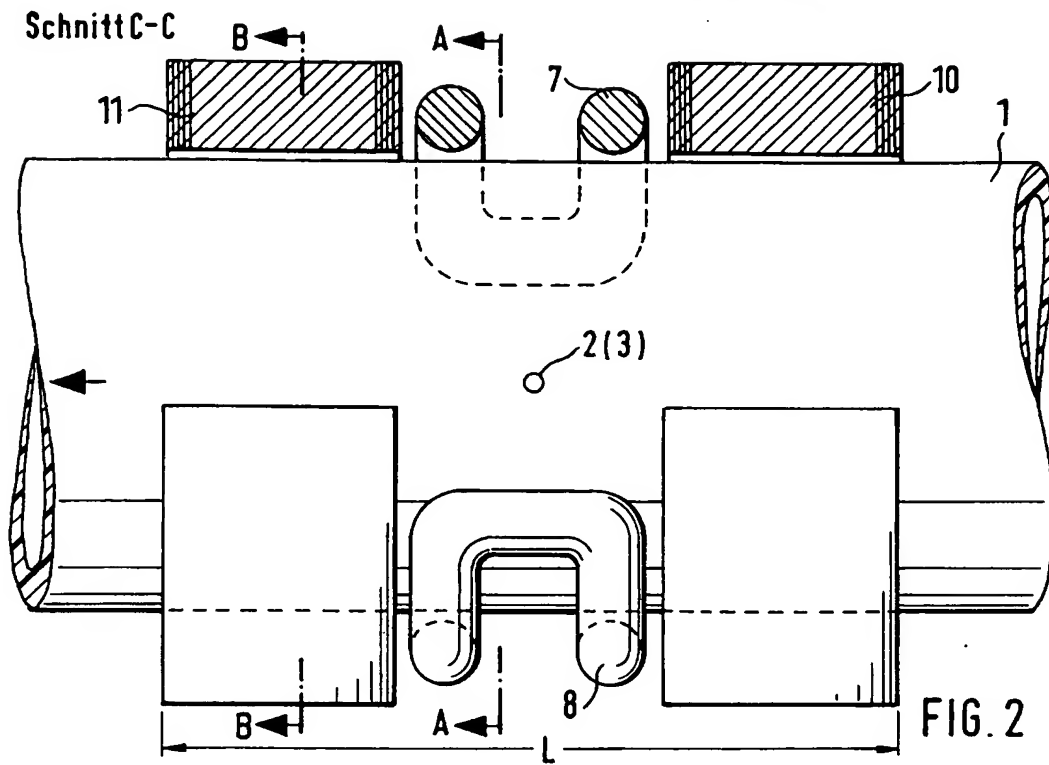
8. Durchflußmesser nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Polschuhe (5, 6) und die Rückschlußschenkel (13 bis 16) als Blechpakete ausgeführt sind.

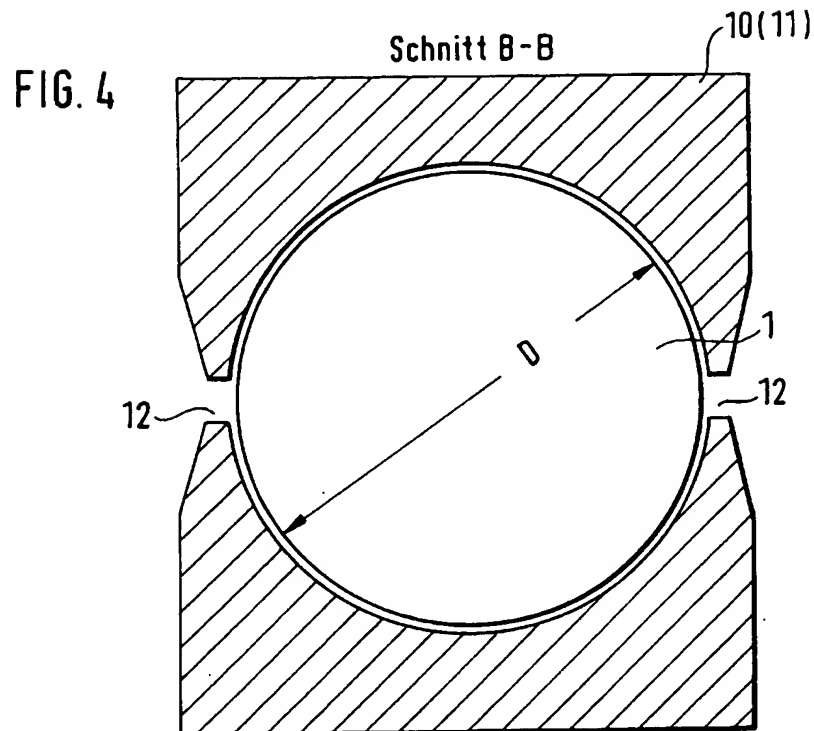
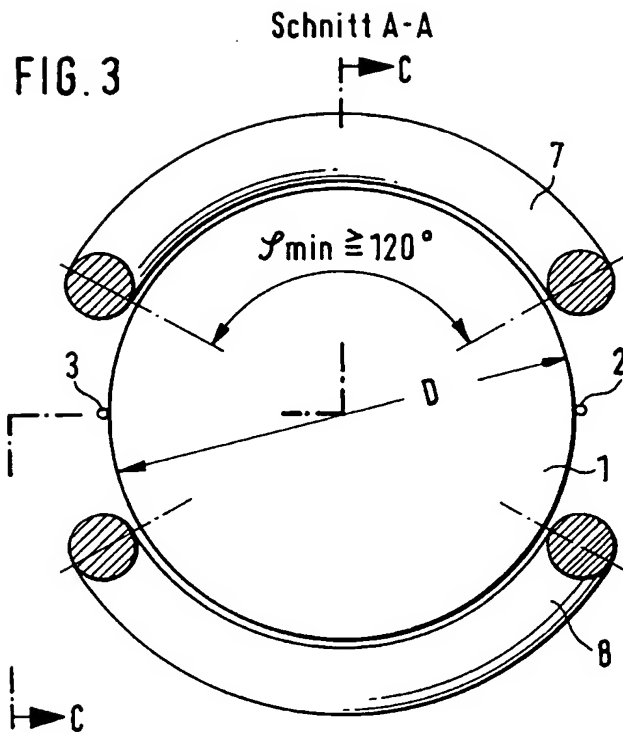
9. Durchflußmesser nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die stromdurchflossenen Spulen (7, 8) jeweils beide Blechpaketeile durchdringen und in axial fluchtende Nuten dieser Blechpaketeile eingelegt sind.

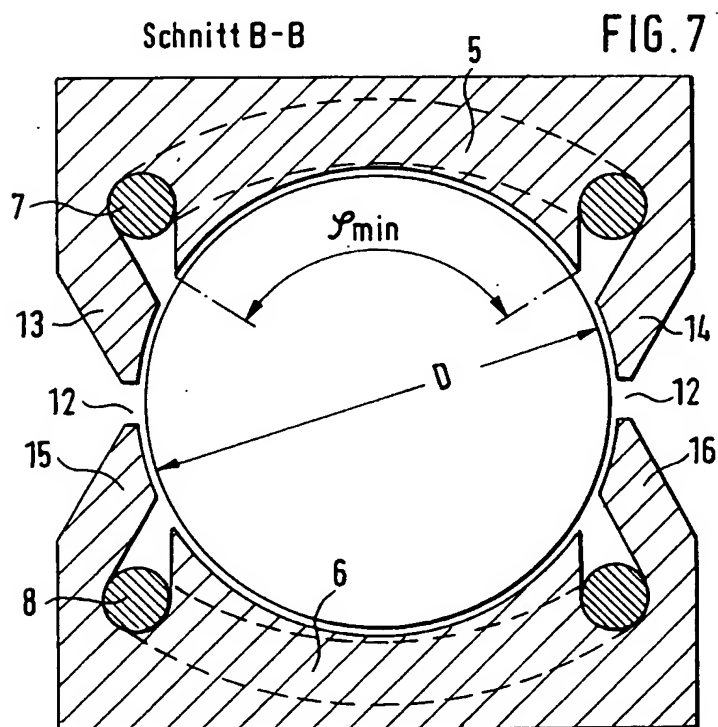
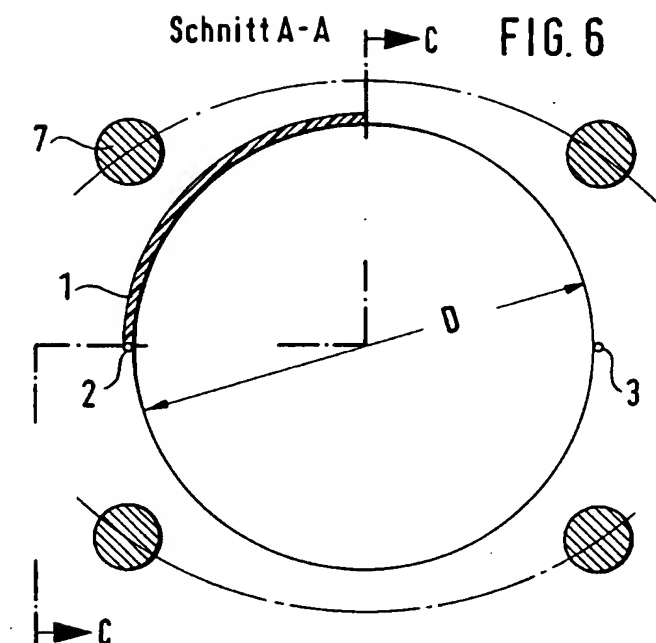
10. Durchflußmesser nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich der die punktförmigen Elektroden (2, 3) enthaltenden Querschnittsebene zwischen den von den stromdurchflossenen Spulen (7, 8) umschlungenen Polschuhteilen zusätzliche, ebenfalls von den stromdurchflossenen Spulen umschlungene Polschuhe (5, 6) vorgesehen sind, deren Polschuhflächen in diesem Bereich symmetrisch zu einer zur Verbindungslinie zwischen den Elektroden senkrechten Durchmesserlinie des Querschnittes jeweils einen Umfangsbereich des Außenumfanges des Strömungskanales (1) von mindestens 120° einnehmen und die keine Rückschlußschenkel tragen (Fig. 8 bis 10).

— Leerseite —









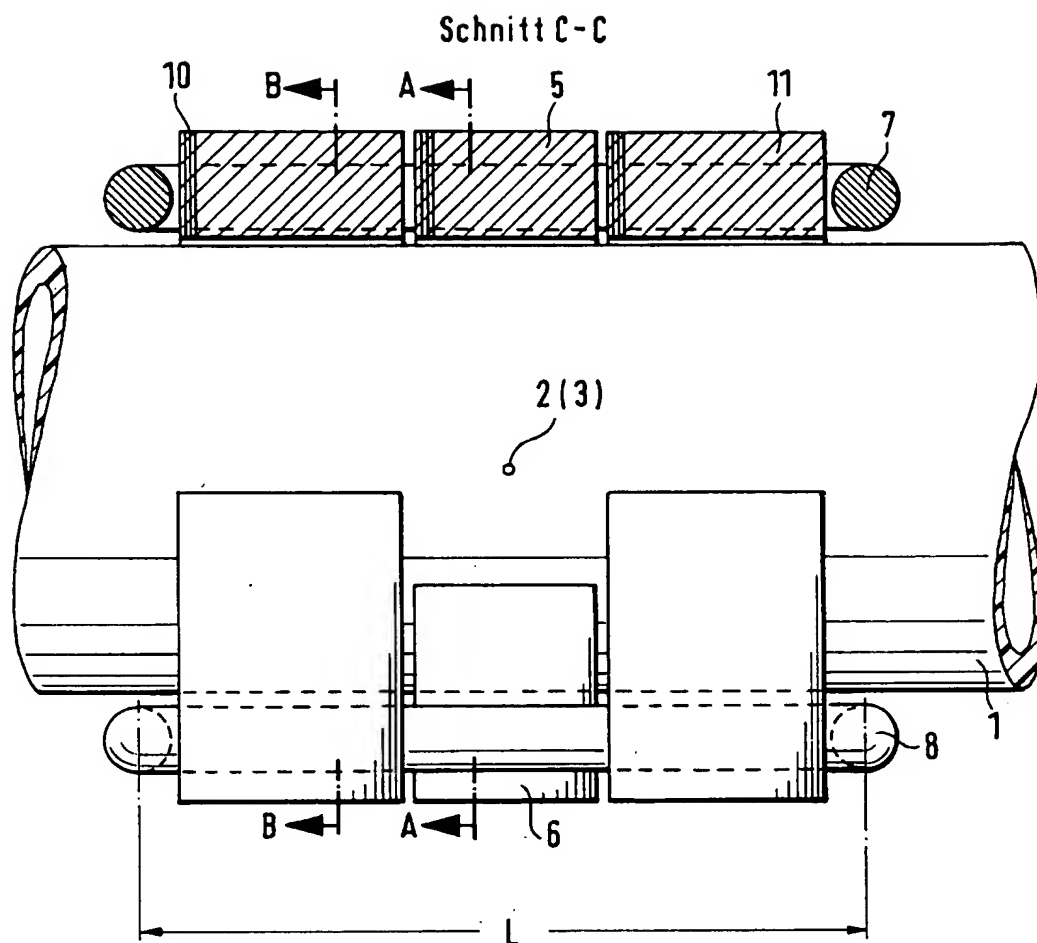
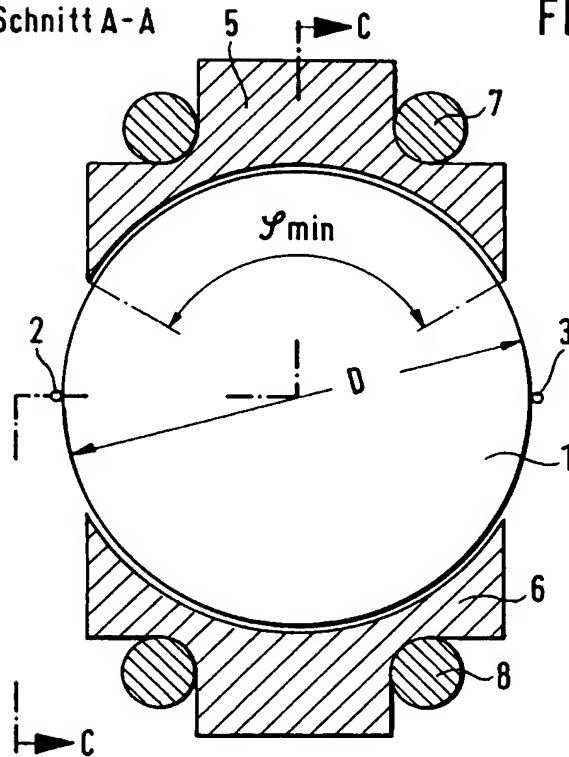


FIG. 8

Schnitt A-A

FIG. 9



Schnitt B-B

FIG. 10

